

# 番荔枝開花特性與著果及 果園管理關係之探討

楊正山<sup>1</sup>

## 摘 要

番荔枝(*Annona Squamosa L.*)於二至三月間進行較強度修剪，以矮化植株、整理樹型，並全株人工落葉，可促使於四至七月間開花著果，生產七至十月間之夏期果；並於六至八月間就樹冠內部當年生春梢(或側枝)施行修剪短截為 6~10 公分(約留 2~3 芽)，同時去葉，可於 15~20 日後開花、結果，生產十一月至翌年三月間之冬期果，使產期調節為一年兩收。番荔枝自花蕾發育至完成授粉過程約需 34 天，其間花瓣展開至最大角度，雄蕊之花藥開裂、花粉散落之授粉期約有 78.9% 於清晨五點至八點期間，同時每花之雌雄蕊自花授粉時間很短，僅需數分鐘。據調查，約有 93.3% 農友於清晨六點至十點間進行病蟲害防治之噴灑農藥作業，此時宜避免病蟲害防治及其他影響授粉之管理作業，以免降低著果率，減低產量，及產生畸形果等。

番荔枝自花瓣展開前之瓣展期，於雌蕊柱頭就呈現有光澤明亮且溢有粘稠之分泌物，亦即於雌雄蕊完成授粉前約七天，柱頭就具有授粉能力了，此結果可提供番荔枝品種改良、育種工作之授粉行為參考應用，以解決雌雄異熟，自花授粉率低之困境。花粉顆粒為複合的，包含有 4 個花粉個體，但也有單生的，形狀為廣三角形、橢圓形或圓形。花粉顆粒於 1% agar 及 15 或 20% 之 sucrose 培養液中發育最好。在 35°C 高溫及 15°C 低溫下花粉發育不佳。故於番荔枝產業經營上重要之產期調節作業不因提早冬季修剪時期而提早夏期果產期，同時延遲夏季修剪以延後冬期果產期，低溫亦可能為限制著果之主要因素之一。

關鍵字：番荔枝、開花、花粉顆粒、授粉、著果

---

<sup>1</sup>台東區農業改良場副研究員兼主任

## 前 言

目前全國番荔枝栽植面積已達 5,542 公頃，其中台東縣種植面積為 4,524 公頃<sup>(1)</sup>，佔全省種植總面積 81.63%，故台東縣為全省番荔枝主要盛產地。由於產期調節為一年兩收，同年中除了四月至六月間無果實供應外，其餘季節均可生產番荔枝果實<sup>(3,4)</sup>。

番荔枝雖為雌雄同花(Hermaphroditic)但具雌雄異熟(dichogamy)特性，尤以雌蕊先熟性(protogynous)，影響自花授粉與著果至甚<sup>(15,18,21,24)</sup>。施用生長調節劑 Auxin(IAA、NAA、2,4,5-TP 等)可產生乙烯，而乙烯促使花藥開裂、花粉成熟，即提早雄花期之開始，而達授粉之目的<sup>(2,6,13,14,16,30)</sup>。番荔枝除在某些地區於開花期有數種昆蟲如 *Carpophilus humeralis* 等傳播花粉，協助授粉，增加著果外<sup>(5,8,9,10,11,12,18,19,25,28,29)</sup>，大部份產區缺乏蟲媒授粉<sup>(17,18,31)</sup>。又由於花粉之細胞形態，外覆厚膜<sup>(22,23,26,32)</sup>。當處在高溫及低溼度之熱乾期，會使花粉顆粒之外膜益形緊密<sup>(17,33)</sup>，並充滿澱粉顆粒<sup>(13,32,33)</sup>，且花粉顆粒之不正常減數分裂及其後異常之染色體配對，致花粉之不稔性佔 43.9%，此花粉之低稔性及低發芽力為阻礙授粉與著果之主要原因<sup>(7,17,27,32,35)</sup>。同時受外在氣候環境影響，如高溫、低溼等不利於授粉，致自然授粉率低，著果少<sup>(3,4,17,32)</sup>或授粉不完全，果形不整等<sup>(18,24,26,28,29,34)</sup>。

考諸番荔枝開花特性與著果及果園管理之關係，本計畫擬就番荔枝修剪後開花情形、開花習性、花芽發育形態變化、花瓣開裂形態與雌蕊柱頭具授粉能力時期，雄蕊花藥開裂時間，雌雄蕊授粉時期，農民園間管理作業習性，與授粉著果關係，及花粉發育最適合培養液，及不利環境下花粉活力測定等，以提供產業經營上農民實際應用及研究之參考。

## 材料及方法

### 試驗材料

十一年生番荔枝粗鱗種，選植株大小、生長勢等儘可能一致者，顯微鏡、洋菜膠、蔗糖等。

### 試驗方法

#### 一、探討植株修剪後開花期、開花數與開花習性

分別冬季修剪與夏季修剪等實施，植株於二月廿四日施行冬季修剪，行較強剪且全株強制落葉，每株選五枝條，共五株，計二十五枝條及於七月十二日施行夏季修剪，短截當年生春梢(側枝)為 6~10 公分，約留 2~3 芽，每株調查五枝條共

五株，計 25 枝條，以上每隔十五天調查開花期與開花數一次。

## 二、花蕾發育形態變化與日數

自花蕾產生至授粉期結束，花蕾形態發育變化及其各階段發育所需日數。

## 三、雌蕊柱頭授粉能力時期與著果之關係

將花蕾發育形態依花瓣及柱頭之變化分爲五個時期，施行人工授粉，調查著果率、果形等。

## 四、雄蕊花藥開裂與園間管理作業時間調查

分別太麻里鄉及卑南鄉斑鳩等二處，分別夏期果與冬期果之開花期，全天候二十四小時觀察，調查不同時間花藥開裂%及花粉散落情形等。

## 五、花粉形態及發育

(一)鏡檢花粉顆粒形態。

(二)花粉顆粒發育：分別培養基之調製配方爲：

1.洋菜膠：0.5、0.8、1.0(%)

2.蔗糖：5、10、15、20、25(%)

於花藥開裂期，採集花藥；將花粉顆粒播種於盛有各種培養液配方之培養皿內，置於室溫(25~28°C)經過 24 小時後，鏡檢花粉發芽率等。

## 六、不同溫度與時間之花粉活力測定

將花粉顆粒播種於 1%洋菜膠及 20%蔗糖之培養基內，分別置於 15、20、25、30、35°C 之不同溫度之恆溫箱中二小時及四小時，調查花粉發芽率等。

# 結果與討論

## 一、番荔枝植株修剪後之開花習性，開花期及開花數

(一)開花習性：

番荔枝修剪後，於枝幹上莖節萌發混合芽，花通常著生於當年生(或本季)之春梢或側枝之頂端或基部，可爲單花著生或 1~5 朵花簇生於葉腋；同一葉腋可連續開花，同一枝條亦可連續開花，故於同一葉腋或同一枝條可發現有小花蕾，發育中之花蕾、花瓣裂開之花及果實等(圖 1、2)。

花朵爲黃綠色長約 2.5cm，花萼由三片合成管狀，花瓣一般爲六片，分爲內、外二列，惟內列之花瓣有些已退化至極小作鱗狀，或竟完全消失，外瓣爲長圓柱形(橫斷面爲三角柱形)，肥厚肉質，雄蕊花藥很多又小，叢生於花托上，輪生於雌蕊周圍。雌蕊上有無數覆瓦狀之小花集合，高約 5 mm 呈圓錐形(圖 3)。

## (二)冬季修剪後開花情形

番荔枝植株於二月廿四日施行冬季修剪，行較強剪，主要矮化植株，縮小樹幅，及控制橫生延長枝與剪除結果後之殘枝等，並行整理樹型，然後全株人工落葉，使生長整齊，如表 1 所示，於三月五日及三月十日開始萌芽，開花期開始於三月廿八日至四月十三日，而花期於七月廿四日至八月卅一日結束。開花期間，因植株不同，花期自 117~148 天不等，顯示番荔枝冬季修剪後之花期很長，著果期也長，樹上之果實大小發育很不一致，產量遂告延長；而開花數以五月卅一日起至七月十五日間為盛花期，最大之開花數於七月十五日以前，至七月卅一日以後，就慢慢地減少，每植株五枝條之開花數自 42 至 64 朵花不等，平均每枝條之開花數約為 8~12 朵花。

## (三)夏季修剪後開花情形

植株於七月十二日施行夏季修剪，主要為就樹冠內擇發育自主幹主枝或亞主枝等上之當年生春梢(側枝)，發育較成熟者，短截為六至十公分，留約二至三芽，並去葉，修剪後由表 2 可知，於七月十八日至七月廿四日開始萌芽，接著始花於七月廿四日至七月卅一日，而花期於九月十二日至九月廿八日結束，開花期自 56 至 66 天不等；與冬季修剪相較，顯然夏季修剪後之花期較短，且短截後枝條(結果母枝)之開花數較少，平均每枝條僅三至五朵不等，(圖 4)。

### 二、花蕾發育形態變化及其所需日數

如表 3、圖 5，自第 1 形態之小花蕾至第 9 形態之授粉期間約需 34 天，第 1 至第 5 形態間需 26 天花蕾仍保持青綠色，第 6 形態開始三個緊密合一之花瓣自頂端顯出裂縫，第 7 形態之三個肥厚肉質之花瓣彼此分開，花瓣顏色亦轉為黃綠色，分開之花瓣呈三角長柱形。當花蕾發育至第 33 天後始進入第 8 形態，此時花瓣已張開，同時於第二天進入授粉期，完成授粉作用。

### 三、雌蕊柱頭授粉能力與著果

將花之雌蕊柱頭具有濕潤分泌物時之花瓣開裂形態至授粉作用期間分別為五個時間，如圖 6，即：

- A.閉蕾期：花瓣間可見裂痕，但仍緊密閉合。
- B.瓣裂期：花瓣間已呈現裂縫，然未分開，此時柱頭已溢有粘液之分泌物。
- C.瓣展期：花瓣頂端已分開，但基部仍閉合。
- D.瓣開期：花瓣已開裂，僅見部份雌蕊，未見雄蕊。
- E.授粉期：花瓣顏色轉為黃綠色，花瓣開裂角度大，可見雌雄蕊。

各種花瓣形態中，除了授粉期之花可當日進行人工授粉及對照組之自花授粉

外，其餘各形態之花瓣均未展開至最大角度，亦即看不到雄蕊，花藥未散開，無花粉掉落，必須採自達授粉期花朵之花藥，同時剝除花瓣，進行人工異花授粉。依表 4 得知，番荔枝之花除了於閉蕾期，人工授粉著果率僅 6.7% 外，其餘瓣裂期、瓣展期、瓣開期之著果率均高於 16%，顯然地當番荔枝之花於柱頭有分泌物時，可能已具有授粉能力，而於瓣開期之著果率更高達 83.3%；由此可見，依圖 5 及表 3 所示於雌雄蕊完成授粉前七天柱頭已具有授粉能力了。而果實形狀在六個處理間於瓣開期之果實較圓整，理論上人工授粉作業可使雌蕊上多數柱頭授粉較為完全，果形發育較為圓整與良好，授粉結果果形有不圓整者，可能係人為授粉時操作技術與方法不當因素所致。

由於番荔枝花具有雌蕊先熟性，當三個緊密閉合，肥厚肉質之花瓣自頂端稍有裂縫時，此時柱頭顯得格外鮮明、光亮，同時溢有分泌物時，可能已具有授粉能力，然雄蕊之花藥尚未裂開，無法完成授粉作用，即雌花期較長。以上雌蕊柱頭之特性與其著果情形，可提供番荔枝育種上之授粉行為參考。

#### 四、雄蕊花藥開裂與園間管理作業時間之探討

##### (一)雄蕊花藥開裂時間

由表 5 可見番荔枝開花後之雄蕊花藥開裂者有 78.9%係於清晨五點至七點期間，花藥散落，即為授粉期，進行授粉作用。其餘於此鄰近時間之三點至五點之花藥開裂率為 12%，七點至九點間為 7.8%尤以七點至八點間亦有較高之花藥開裂率，其餘時間之花藥開裂率僅為 1.1%，可見番荔枝開花授粉期間集中於早晨五點至八點間，而每朵花之自花藥開裂至進行授粉期間很短。

當番荔枝花於雌蕊柱頭具有分泌物時，即為進入雌花期，如前述圖 5 之花瓣發育第 7 形態的第二天，首先於早晨約五點時，三個花瓣開始向外側反舉，開裂至約 70-80° 最大角度時，隱藏於花瓣基部，花托下方之雌雄蕊已曝露可見，接著團聚叢生之花藥開始向外突起，各自散開，然後於五分鐘內 240 至 275 只花藥及花粉開始紛紛散落如圖 7，而柱頭上溢有粘液分泌物，適可提供協助授粉，而進行授粉作用。約二個小時後，向外側反舉之三個花瓣，開始軟化漸次下垂，花瓣褪色、老化，約二天後乾枯呈褐色，有的掉落有些尚掛留於果梗上。以上冬季修剪與夏季修剪後開花之花藥開裂授粉時間相當一致並無區別。

目前不同研究者對於番荔枝花藥開裂時間之報告有相當大之分歧與差異，據 Venkataratnam 及 Wester 等分別指出花藥開裂於下午三點卅分至六點間<sup>(34,35)</sup>；而 Ahmed<sup>(6)</sup>認為華藥開裂與花粉散落乃受溫度及相對濕度等氣候因素所影響，故花藥開裂時間很不一致；另 Ram Kumar 等<sup>(28)</sup>認為自下午五點卅分至第二天下午五點

卅分均有花藥開裂，但以上午十一點卅分至下午二點卅分為多，上午八點卅分到下午十一點卅分其次；筆者為探討本省番荔枝之花藥開裂時間分別於台東縣之太麻里及都蘭(為鄰近海邊處)及斑鳩(近山麓)及屏東縣、高雄縣及台南縣等地調查花藥開裂時間，所得各地區之花藥開裂時間非常一致。如表 5 係以斑鳩的調查資料為準，而太麻里及其他地區調查者未予列表。

## (二)果園管理作業時間

由表 6 知，番荔枝果園管理作業之病蟲害防治噴灑農藥時間，在主要番荔枝產區之三個鄉鎮調查結果，除了僅 6.7%之少數農民於下午二點卅分至六點卅分間噴灑農藥作業外，絕大多數之農民均於上午六點至十點間作業。然此際為番荔枝開花期，適與番荔枝開花授粉時間相同。將可能影響著果率、產量與果形。

## 五、花粉形態與發育

番荔枝之花粉顆粒為複合的，包含有 4 個花粉個體顆粒，但也有單生的，花粉形狀為廣三角形或橢圓形或圓形，花粉粒外壁厚，內被覆有一薄膜，如圖 9。

由表 7 知，番荔枝之花粉顆粒在不同培養液內之發芽率以 1.0%洋菜(agar)添加 20%蔗糖溶液之發芽最好，如圖 10、11，其次為 15%如圖 12 或 25%之蔗糖液組。此結果與 Ram Kumar 等<sup>(28)</sup>認為番荔枝最大之花粉發芽率為 20%之蔗糖液及 Prasad<sup>(27)</sup>指出最大花粉發芽率為 15 及 20%蔗糖液及 Nalawadi 等<sup>(23)</sup>表示最大發芽率為 25%蔗糖液之結果相一致或大致相近。

multiple range test at 5% level.

## 六、不同溫度及時間之花粉發芽率測定

由表 8 可知，花粉顆粒於不同溫度下放置四小時之發芽率以 25°C 為最高(圖 13)，而 35°C 及 15°C 發芽率不佳(圖 14、15)，尤以 35°C 溫度下放置四小時之花粉顆粒，發芽率顯著偏低。20°C 及 30°C 者發芽率不及 25°C 者(圖 16、17)。而適合發芽溫度放置愈久其發芽率愈高，反之則否。

將番荔枝提早冬季修剪，於二至三月間萌芽開花時，常逢寒流來襲，溫度降低；及延遲夏季修剪於十月間施行者，常於開花期逢東北季風，及低溫，嚴重影響著果率；又番荔枝生育期中逢焚風時，氣溫可高達 35°C 以上，相對濕度低於 40% 以下，致新梢嫩芽枯焦，植株凋萎，花粉活力及壽命與雌蕊柱頭黏液維持等可能均大受影響。據 Ram Kumar 等<sup>(28)</sup>指出高溫及低溼之熱乾期傷害到花粉顆粒，使著果率降低，相同的結果也被 Thakur 及 Singh 等<sup>(33)</sup>所報導。

## 結論與建議

番荔枝修剪後開花於當年生或本季所萌發之新梢或側枝上，同一葉腋或同一枝條上可連續開花、著果。番荔枝自花蕾發育至完成授粉約需 34 天，其間於花瓣未展開前之瓣裂期，當雌蕊之柱頭顯現有光澤、明亮且溢有粘液之分泌物，此時柱頭就可感受花粉，而於瓣展期時，也就是於雌雄蕊完成授粉前約五天，柱頭就具有授粉能力。此可提供番荔枝品種改良及育種工作上之授粉行為參考與應用。植株開花時，雄蕊之花藥開裂及花粉成熟散落之授粉時間於清晨五點至八點間，同時每花自花授粉時間很短，僅需數分鐘，此時宜避免果園施行病蟲害防治噴灑農藥及其他影響授粉之管理作業，最好於下午二點後始行噴灑農藥或進行其他有關之管理作業，以避免降低著果率，減少產量及產生大量畸形果。花粉顆粒於 1% agar(洋菜)及 20%之 Sucrose 培養液中發育最好。在 35°C 高溫及 15°C 低溫下，花粉發芽不佳，因此，開花期中，焚風之高溫低濕及低溫可能影響花粉活力及壽命與柱頭粘液之維持，致著果率降低。

故於番荔枝產業經營上重要之產期調節作業，如提早冬季修剪時期可能由於遭受低溫而未能提早正期果產期，同時延遲夏季修剪以欲延後冬期果產期，低溫亦可能為限制著果之主要因素。

## 誌 謝

本報告承蒙 國立台灣大學林教授宗賢惠予斧正及指教，特此致謝！

## 參考文獻

1. 農業統計年報 1999 年版 行政院農業委員會編印。
2. 侯清利 1985 植物調節劑之生理及其在農業上之應用 國立嘉義農專農業推廣委員會編印。
3. 楊正山 1985 番荔枝產期調節及果實後熟貯藏之研究 果樹產期調節研討會專集、台中區農業改良場特刊第一號。
4. 楊正山 1987 番荔枝冬期果產期之研究 園藝作物產期調節研討會專集 台中區農業改良場特刊第 10 號。
5. 楊正山 1989 植物生長調節劑在番荔枝屬栽培上之應用 台東區農業改良場研究彙報。
6. Ahmed, M.S., 1966. pollination and selection in *Annona squamosa* and *Annona*

- cherimoya, Bul. Egypt. Min. Agr. Tech. sci. Serv., Hort, sect.157:1~29.
7. Ahmed, M.S., 1936. The Annona in Egypt. Bul. Min. Agr. Cairo.
  8. Barnes, D.F., Kaloostian; G.H., 1940. Flight habits and seasonal abundance of dried fruit insect. J. Econ. Entom., 33:115~119.
  9. Amos, T.G., 1967. Some observations on Locomotory activity of *Carpophilus hemipterus*. And *C. dimitiatus*. Entom. Monthl. Mag. 103:241~244.
  10. Giles, P.H., 1969. observation in Kenya of the flight activity of stored products insects particularly *sitophilus zeamais* M Journal of stored product Res. 4:317~329.
  11. Kehat, M., Stoller, S., et 1966. Development of population and control of *Carpophilus dimitiatus* F., *C. hemipterus* and *cocctrypes dactyliperda israel* J. Agric. Res. 16:173~176.
  12. Lindgren, D.L. Vincent, L.E; 1953. Nitidulid beetles infesting California dates. *Hilgardia*. 22:97~118.
  13. Amos Blumenfeld 1975. Ethylene and the Annona flower Department of subtropical. Hort. Agri. Res. Organization, Volcani Center Bet Dagan, Israel plant physiol. 55:265~269.
  14. Carl. W. Campbell. 1979. Effect of Gibberellin Treatment and hand pollination on fruit-set of atemoya (*Annona Hybrid*) univ. of Flor. Inst. of Tropical Region A.S.H.S. Vol. 23:122~124.
  15. C.A. Schroeder Fruits of the Annonas Univ. of cali. Los Angeres. The Subtropical Fruit Committee report.
  16. D.K. Pramanik and T.K. Bose Studies of the effects of growth substances on fruit set and fruit drop in some minor fruits.
  17. D.R. Thakue and R.N. Singh 1964. studies on pollen morphology. Pollination and fruit set in some Annonas. Regional fruit Res. station Mashobra. Simla. 7:10~17.
  18. Gazit, S., Galon. I.G Podoler, H., 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel. J. Amer soc. Hort. Sci.,
  19. George, A.P., Nissen, R.J., and Brown, B.I 1987. Queensland Agricultural Journal P.287~295.
  20. Haggai podoler; Israel Galon; shmuel Gazit, 1984. The roel of nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel.
  21. H.I. M.V. Vithanage. 1984 Pollen-stigma, interactions; Development and Cytochemistry of stigma papillae and their secretions in *Annona squamosa* L. (*Annonaceae*). CSIRO Division of Hort. Res. Merbein. Victoria. Australia Annals of Botany. 54:153~167.



22. K. Shirsagar. S.V; Borikar.S.T;shinde. N.N;Kulkarni.U.G 1976. Cytological studies in atemoya(A. atemoya. Hort). Marathwada Agri. univ. parahani. india.Current.sci. 45(9):341~342.
23. Nalawadi, U.G., Sulikeri, G.S and Singh, C.D., 1974. Floral biological studies of *Annona Squamosa*(L) under Dharwar condition progressive Hort.
24. Noonan. J. C. 1954. Review of investigations of the *Annona* species, Nat. Hort. Mag 33:219~225.
25. Oppenheimer, C; 1978. Subtropical fruit trees and their cultivation in Israel (in Hebrew) Amer. Uved. Tel-Ariv.
26. Phyllips. R. L., and C.W. Campbell. 1978. The Sugar apple Fla. Coop. Ext. Serv. Fruit crops Fact sheet Fc-38.
27. Prasad.A., 1960. studies on pollen germination of *Annona* in artificial media sci. and cult., 29:96~97.
28. Ram kumar, M.N,Hoda and D.K. Singh 1977. Studies on floral biology of Custart apple (*Annona Squamosa* L.) Agri. Res. Lns., Sabour, India, Indian Journal of Hort. 34(3):252~256.
29. Reiss A., 1971. Pollination and fruit-set of *Annona cherimoya* and *Annona squamosa* L. sc. Thesis, Faculty of Agri. The Hebrew. University of Jerusalem, Israel(in Hebrew).
30. Shawky.E.Maximos and George.R.Stino 1965. Preliminary study on the effect of Gibberellin acid on fruit set in the cherimoya, plant production, Faculty of Agri. Cairo Univ. Annals of Agric. Sci. Fac. Of.Agri Air sham suniv., cairo. Vol. 10.No.2.
31. Shmuel Gazit 1982. The role of Nitidulid beetle in Natural pollination of *Annona* in Israel. Division of subtropical Hort. Agri Res. Organization. The Volcani center. Bet Dagan. Israel J.Amer.SOC.Hort.sci.
32. Sulkeri. G. S;Nalawadi, U.G.Singh.C.D; 1975. Pollen Viability studies in *Annona squamosa* L. Div. Hort., Coll. Agri.C., Dharwar. India, current Res. Bangalore India 4(2):31~32.
33. Thakur.D.R and R.N. Singh. 1965. studies on pollen morphology, pollination and fruit set in some annonas. Lndian.J.Hort. 22:10~18.
34. Venkataratnam. L. 1959. Floral morphology and blossom biology studies in some *Annonacea* indium J. Agric. Sci 29:69~76.
35. Wester P. J. 1960. Pollination experiment with *annona*. Bul. Torrey Bot. club 37:529~539.

# Studies on Flowering Characteristics, Its Fruit Setting And Relationship of Orchard Management of Sugar Apple.

Cheng-shan yang<sup>1</sup>

## Abstract

It takes about 34 days for sugar apple flowers from its bud stage to the end of pollination. Daily pollination period of sugar apple during flowering season lasts from Am 5:00 to Am 8:00, so that any spraying including insect, pest control or foliar fertilizer during this period seems to affect pollination. It is suitable for such spraying after Pm 2:00 in order to get more fruit setting, yield and however to reduce abnormal fruits.

There is something like liquified sticky gel secreted on the surface of stigma when flower bud still closed though the stigma is able to accept functional pollens. That is to say, sugar apple flowers can be pollinated 7~8 days before flower bud open and will be useful in breeding work.

Pollens of sugar apple germinated well in agar plate with 10, 15, 20% sucrose, but poorly under 15°C or over 35°C though with suitable media. It may be supposed that cold weather or foehn induced high temperature should be the reason for pollen life or its activity decreasing and then make responsibility for yield reducing though flower number seems still abundant. It is concluded that low temperature is a limit factor in forcing production of sugar apples by extremely earlier spring pruning or later summer pruning.

**Key words:** Sugar apple, Flowering, Pollen, Pollination, Fruit set

---

<sup>1</sup>Head and associate researcher of Taitung DAIS

表 1、番荔枝冬季修剪後開花期及開花數

Table 1. Flowering date and flowering number of after winter pruning

Plant code	Pruning date	Investigation date (month/day)											<sup>z</sup> Total
		3/31	4/15	4/30	5/15	5/31	6/15	6/30	7/15	7/31	8/15	8/31	
1	2/24	0	3	7	6	7	11	17	9	3	1	0	64
2	2/24	1	2	4	5	9	14	10	7	2	0	1	55
3	2/24	0	0	3	2	7	15	8	5	0	2	0	42
4	2/24	0	1	3	7	6	17	15	10	5	2	0	61
5	2/24	0	1	3	3	9	12	17	4	0	1	0	52
Mean		0.2	1.4	4	4.6	7.6	13.8	13.4	7	2	1.2	0.2	

z : Flowers for 5 shoots

表 2、番荔枝夏季修剪後之開花期與開花數

Table 2. Flowering date and flower numbers of after summer pruning

Plant code	Pruning date	Investigation date (month/day)					<sup>z</sup> Total
		7/31	8/15	8/31	9/15	9/31	
1	7/12	2	3	3	4	2	14
2	7/12	3	6	4	4	3	20
3	7/12	2	6	8	3	3	22
4	7/12	1	4	5	2	1	13
5	7/12	0	5	9	7	3	24
Mean		1.6	4.8	5.8	4	2.4	

z : Flowers for 5 shoots

表 3、不同時期之花蕾形態及其發育日數

Table 3. Charact of flower bud at different period and its growth days

Plant code	Investigation date	Investigation Flower No.	Flower bud charact and its growth days									Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	7/24	20	13	5	5	2	2	2	2	2	1	34
2	7/26	20	13	5	5	2	2	2	2	2	1	34
3	7/29	20	13	5	5	2	2	2	2	2	1	34
4	8/4	20	13	5	5	2	2	2	2	2	1	34
5	8/8	20	13	5	5	2	2	2	2	2	1	34
Mean			13	5	2	2	2	2	2	2	1	34

表 4、不同花瓣形態之人工授粉著果調查

Table 4. Investigation of sugar apple fructification by manual pollination on petals with different pattern

Petal character	Treated flower number	Manual pollination	
		Fruiting number	%
Stage of close bud	30	2	26.7 <sup>e</sup>
Stage of petal split	30	7	23.3 <sup>c</sup>
Stage of petal development	30	11	36.7 <sup>b</sup>
Stage of petal open	30	25	83.3 <sup>a</sup>
Stage of pollination	30	5	16.7 <sup>d</sup>
CK	30	4	13.3 <sup>e</sup>

z : Means with the same letter within a row are not significantly different by the Duncan's multiple range test at a 5% level.

表 5、花藥開裂時間調查

Table 5. Investigation of splitting time of anther

Investigation date	Investigation flower number	Splitting number and % of anther				
		1:00AM	3:00AM	5:00AM	7:00AM	9:00AM
		§	§	§	§	§
		3:00AM	5:00AM	7:00AM	9:00AM	11:00AM
6/25	30	0	3 (10)	24 (80)	3 (10)	0
6/27	30	1 <sup>z</sup> (3.3)	4 (13)	22 (73.3)	3 (10)	0
6/28	30	0	2 (6)	27 (90)	1 (3.3)	0
6/30	30	1 (3.3)	4 (13)	25 (83.3)	0	0
7/4	30	0	4 (13)	21 (70)	5 (16.7)	0
7/5	30	0	5 (17)	23 (76.7)	2 (6.7)	0
Mean		0.33 (1.1)	3.7 (12)	23.7 (78.9)	2.3 (7.8)	0

z : % of anther dehiscence

表 6、果園噴灑農藥時間之調查

Table 6. Investigation of chemical spraying time on the orchards

Investigation area	Investigation farmers	Chemical spraying time			
		6:00AM to 10:00AM	%	2:00PM to 6:30PM	%
Peinang	15	<sup>z</sup> 13.5	90.0	1.5	10
Tungho	7	7.0	100.0	0	0
Taimali	21	19.0	90.0	2.0	10.0
Total	43	39.5	93.3	3.5	6.7

z : 1/2 means that the investigated farmer sprays chemicals either time

表 7、不同培養液成份之花粉顆粒發芽率

Table 7. Germination percentage of pollen granules as affected by different nutrient solution

Agar (%)	Sucrose (%)				
	5	10	15	20	25
0.5	<sup>z</sup> 6.7 <sup>c</sup>	13.7 <sup>bc</sup>	22 <sup>ab</sup>	27 <sup>a</sup>	21 <sup>ab</sup>
0.8	6.0 <sup>b</sup>	17.5 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>
1.0	11.1 <sup>c</sup>	28 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>	59 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>

<sup>z</sup>: Means with the same letter within a row are not significantly different by the Duncan's multiple range test at a 5% level.

表 8、不同溫度及時間之花粉發芽率

Table 8. Germination percentage of pollen granules as affected by different temperature and time

Time (hour)	Temperature (°C)				
	15	20	25	30	35
2	<sup>z</sup> 3.5 <sup>c</sup>	14.5 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	2.8 <sup>c</sup>
4	2.5 <sup>c</sup>	19.5 <sup>b</sup>	37 <sup>a</sup>	11 <sup>b</sup>	2.0 <sup>c</sup>

<sup>z</sup>: Means with the same letter within a row are not significantly different by the Duncan's multiple range test at a 5% level.



圖 1. 同一葉腋連續開花結果

Fig 1. Flowering and fruiting sequential at the same leaf axil



圖 2. 同一枝條連續開花結果

Fig 2. Flowering and fruiting sequential at the same shoot

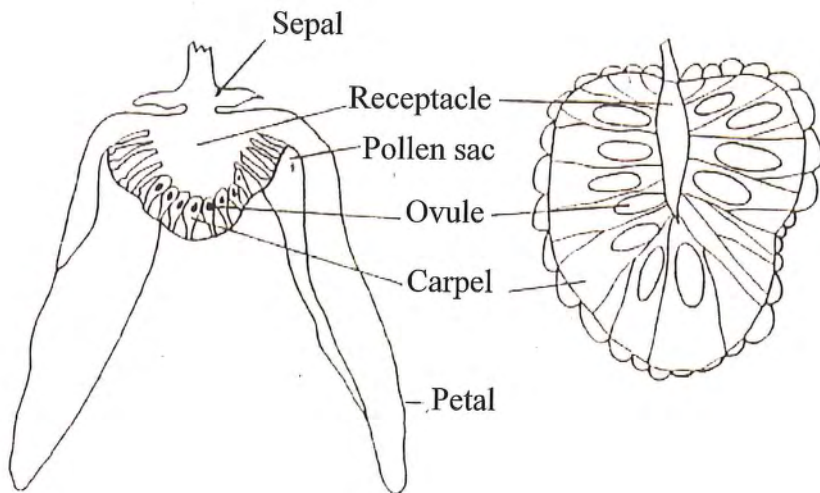


圖 3. 番荔枝花及果實剖面圖<sup>(19)</sup>

Fig 3. Profile of the sugar apple flower and fruit<sup>(19)</sup>



圖 4. 春梢短截後萌芽開花情形

Fig 4. Budding and blooming after short pruning at spring branch

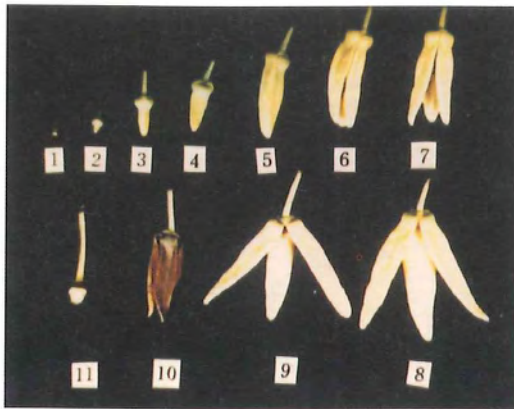


圖 5. 番荔枝花之形態變化

Fig 5. Character change of a Sugar apple flower

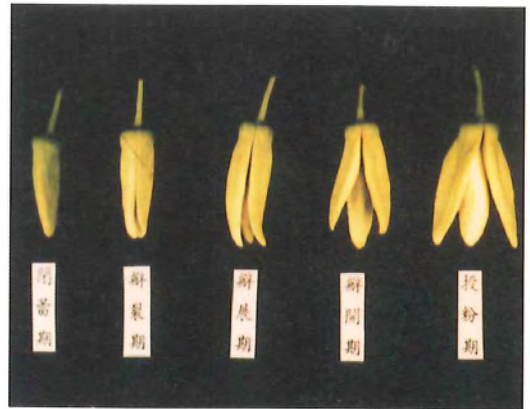


圖 6. 番荔枝花瓣形態變化

Fig 6. Character change of a Sugar apple petal





圖 7. 授粉期花藥散落情形

Fig 7. Status of anther scatteration at pollination stage

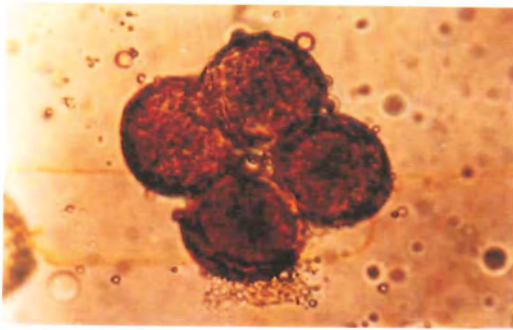


圖 9. 番荔枝花粉顆粒

Fig 9. Pollen granules of Sugar apple

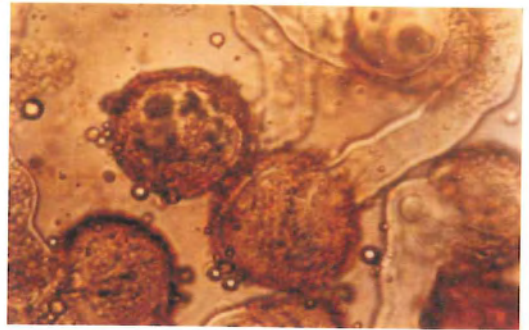


圖 10. 花粉管生長

Fig 10. Growth of pollen tube

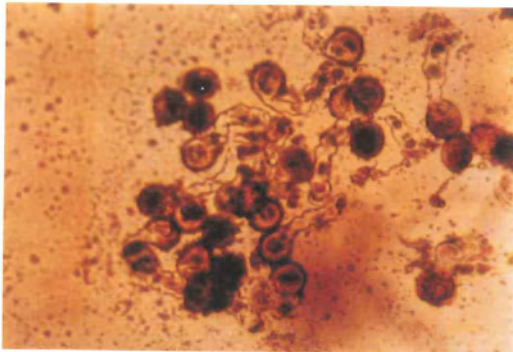


圖 11. 1% agar+20% sucrose 培養基  
花粉發芽情形

Fig 11. Status of pollen germination with  
1% agar + 20% sucrose nutrient

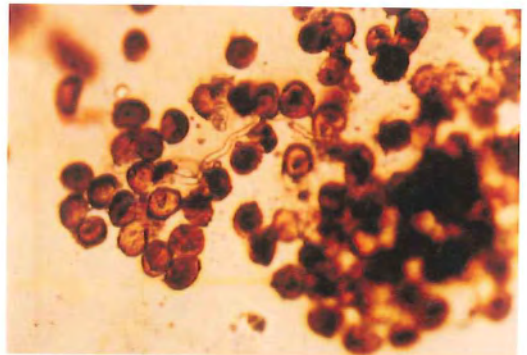


圖 12. 1% agar+15% sucrose 培養基花粉  
發芽情形

Fig 12. Status of pollen germination with 1%  
agar + 15% sucrose nutrient medium

medium

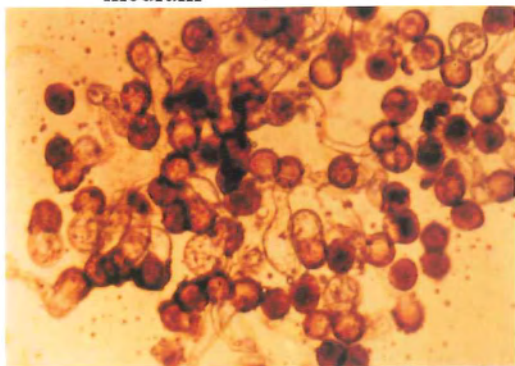


圖 13. 25°C 花粉顆粒發芽情形  
Fig 13. Status of pollen granule germination  
at 25°C

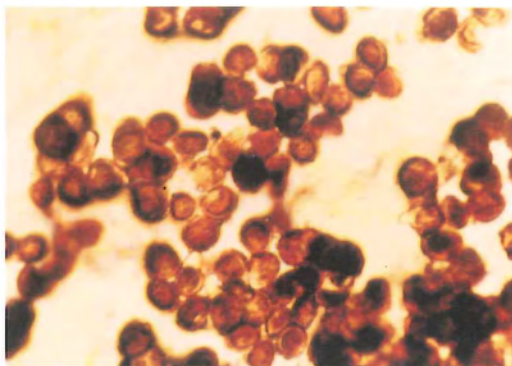


圖 14. 35°C 花粉顆粒發芽情形  
Fig 14. Status of pollen granule germination  
at 25°C

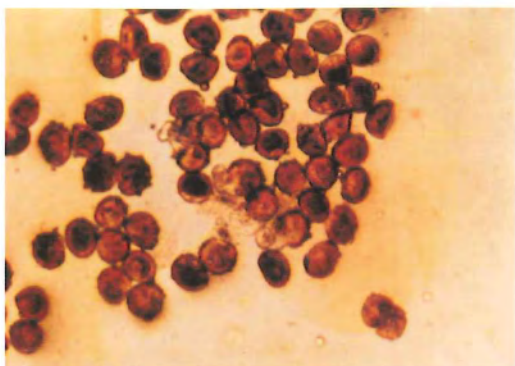


圖 15. 15°C 花粉顆粒發芽情形  
Fig 15. Status of pollen granule germination  
at 15°C

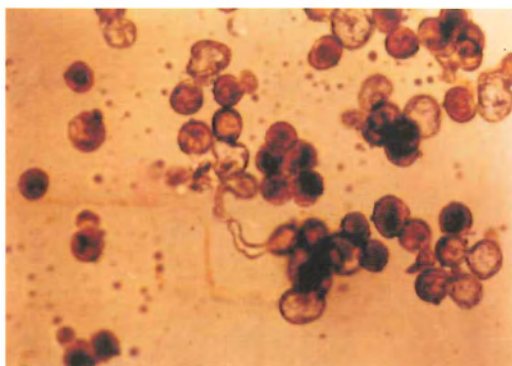


圖 16. 20°C 花粉顆粒發芽情形  
Fig 16. Status of pollen granule germination  
at 20°C

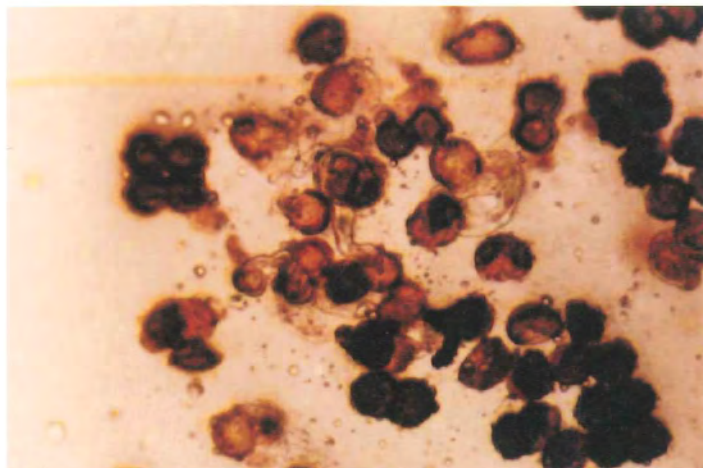


圖 17. 30°C 花粉顆粒發芽情形  
Fig 17. Status of pollen granule germination at 30°C